



**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Московский государственный технический университет  
имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский университет)»  
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)**

---

**ФАКУЛЬТЕТ**

**«Информатика и системы управления»**

**КАФЕДРА**

**«Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»**

## **Лабораторная работа № 17**

**Студент:** Керимов А. Ш.

**Группа:** ИУ7-64Б

**Преподаватель:** Толпинская Н. Б.

Москва.  
2020 г.

**Цель работы** — изучить способы организации эффективных программ на Prolog, особенности использования системных предикатов и порядок выполнения программ с их использованием.

**Задание.**

**Ответить на вопросы:**

- **Какое первое состояние резольвенты?**

Вопрос

- **В каком случае система запускает алгоритм унификации? (т.е. Как эту необходимость на формальном уровне распознает система?)**

Пролог выполняет унификацию в двух случаях: когда цель сопоставляется с заголовком предложения или когда используется знак равенства, который является инфиксным предикатом (предикатом, который расположен между своими аргументами, а не перед ними).

- **Каково назначение использования алгоритма унификации?**

Алгоритм унификации необходим для попытки "увидеть одинаковость" — сопоставимость двух термов

- **Каков результат работы алгоритма унификации?**

Алгоритм унификации завершается «неудачей» или успехом. В случае успеха в результирующей ячейке сформируется подстановка.

- **В каких пределах программы переменные уникальны?**

Именованные переменные уникальны в пределах одного предложения, анонимные уникальны все.

- **Как применяется подстановка, полученная с помощью алгоритма унификации?**

Подстановка применяется к подцелям резольвенты, путем конкретизации переменных.

- **Как изменяется резольвента?**

Резольвента - текущая цель, существующая на любой стадии вычислений. Резольвенты порождаются целью и каким-либо правилом или фактом, которые просматриваются последовательно сверху вниз. Если резольвента существует при наиболее общей унификации, она вычисляется. Если пустая резольвента с помощью такой стратегии не найдена, то ответ на вопрос отрицателен.

- **В каких случаях запускается механизм отката?**

Механизм отката запускается в 2 случаях:

1. Если алгоритм попал в тупиковую ситуацию.
2. Если резольвента не пуста и решение найдено, но в базе знание остались не отмеченные предложения.

**В одной программе написать правила, позволяющие найти**

- |                           |   |
|---------------------------|---|
| 1. Максимум из двух чисел | а) без использования отсечения,<br>в) с использованием отсечения; |
| 2. Максимум из трех чисел | а) без использования отсечения,<br>в) с использованием отсечения; |

Убедиться в правильности результатов.

Для каждого случая пункта 2 обосновать необходимость всех условий тела.

Для одного из вариантов ВОПРОСА и каждого варианта задания 2 составить таблицу, отражающую конкретный порядок работы системы:

Т.к. резольвента хранится в виде стека, то состояние резольвенты требуется отображать в столбик: вершина – сверху! Новый шаг надо начинать с нового состояния резольвенты!

Вопрос:.....

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: T1=T2 и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1...	...	...	Комментарий, вывод...
...	...	...	...

## Практическая часть

Листинг 1. Максимумы из 2 и 3

```
predicates
max_of_two_a(integer, integer, integer)
max_of_two_b(integer, integer, integer)

max_of_three_a(integer, integer, integer, integer)
max_of_three_b(integer, integer, integer, integer)

clauses
max_of_two_a(A, B, A) :- A >= B.
max_of_two_a(A, B, B) :- B > A.

max_of_two_b(A, B, A) :- A >= B, !.
max_of_two_b(_, B, B).

max_of_three_a(A, B, C, A) :- A >= B, A >= C.
max_of_three_a(A, B, C, B) :- B > A, B >= C.
max_of_three_a(A, B, C, C) :- C > A, C > B.

max_of_three_b(A, B, C, A) :- A >= B, A >= C, !.
max_of_three_b(_, B, C, B) :- B >= C, !.
max_of_three_b(_, _, C, C).

goal
max_of_three_b(3, 3, 3, Result).
```

### Примеры целей

1. max\_of\_two\_a(5, 1, Result).  
Result=5
2. max\_of\_two\_b(1, 4, Result).  
Result=4
3. max\_of\_three\_a(2, 5, 3, Result).  
Result=5
4. max\_of\_three\_b(4, 4, 4, Result).  
Result=4

## Обоснование необходимости всех условий тела пункта 2

В пункте 2.a поиск максимума реализован полным перебором, в каждом из трех правил `max_of_three_a` два сравнения для определения является ли первое, второе или третье число максимумом соответственно. Во втором и третьем используются нестрогие неравенства, чтобы исключить вывод нескольких результатов для целей, содержащих равные числа.

В пункте 2.b поиск максимума реализован с использованием предиката отсечения.

В первом проверяется, является ли первое число (A) максимумом. Если да, то значение найдено и дальнейшие проверки излишни, поэтому используется предикат отсечения.

Во втором проверяется не меньше ли второе число (B) третьего (C). Если не меньше, то оно является максимумом. А рассматривать смысла нет, т.к. уже было установлено, что оно не является максимумом, дальнейшие проверки излишни, используется предикат отсечения.

Третье является фактом, т.к. уже очевидно, что A и B не являются максимумами, значит, третье число (C) – максимум.

**Порядок работы системы** для цели `max_of_three_a(2, 5, 3, Result)`.

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	Цель заносится в резольвенту. <code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result)</code> . Запуск процесса редукции.	Попытка унификации: <code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result) = max_of_two_a(A, B, A)</code> Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению.
2-4	<code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result)</code> . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: <code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result)</code> . с последующими 3-мя термами БЗ. Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению.
5	<code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result)</code> . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: <code>max_of_three_a(2, 5, 3, Result) = max_of_three_a(A, B, C, A)</code> Результат: успех, подстановка: $\{A=2, B=5, C=3, Res=A\}$	Прямой ход (возможно, установка точки возврата). Преобразование резольвенты: замена текущей цели на тело найденного с помощью унификации правила, применение полученной подстановки,

6	$2 \geq 5$ , $2 \geq 3$ . Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.	$2 \geq 5$ – сравнение связанных переменных. Результат: ложь.	Откат к предыдущему состоянию резольвенты, решение не найдено.
7	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_three\_a}(A, B, C, B)$ Результат: успех, подстановка: $\{A=2, B=5, C=3, \text{Res}=B\}$	Прямой ход (возможно, установка точки возврата). Преобразование резольвенты: замена текущей цели на тело найденного с помощью унификации правила, применение полученной подстановки.
8	$5 > 2$ , $5 \geq 3$ . Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.	$5 > 2$ – сравнение связанных переменных. Результат: истина.	Прямой ход
9	$5 \geq 3$ . Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.	$5 > 2$ – сравнение связанных переменных. Результат: истина.	Решение найдено (резольвента пуста). Вывод. Выполнение отката для поиска альтернативных решений
10	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_three\_a}(A, B, C, C)$ Результат: успех, подстановка: $\{A=2, B=5, C=3, \text{Res}=C\}$	Прямой ход (возможно, установка точки возврата). Преобразование резольвенты: замена текущей цели на тело найденного с помощью унификации правила, применение полученной подстановки
11	$3 > 2$ , $3 > 5$ . Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.	$3 > 2$ – сравнение связанных переменных. Результат: истина.	Прямой ход

12	$3 > 5$ . Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.	$3 > 5$ – сравнение связанных переменных. Результат: ложь.	Откат к предыдущему состоянию резольвенты, решение не найдено.
13	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_three\_b}(A, B, C, A)$ Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению
14	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_three\_b}(A, B, C, B)$ Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению
15	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_three\_b}(A, B, C, C)$ Результат: неудача, разные главные функторы.	Конец БЗ. Конец работы программы.

**Порядок работы системы** для цели  $\text{max\_of\_three\_b}(2, 5, 3, \text{Result})$ .

№ шага	Состояние резольвенты, и вывод: дальнейшие действия (почему?)	Для каких термов запускается алгоритм унификации: $T1=T2$ и каков результат (и подстановка)	Дальнейшие действия: прямой ход или откат (почему и к чему приводит?)
1	Цель заносится в резольвенту. $\text{max\_of\_three\_b}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Запуск процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_b}(2, 5, 3, \text{Result}) = \text{max\_of\_two\_a}(A, B, A)$ Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению.
2-7	$\text{max\_of\_three\_a}(2, 5, 3, \text{Result})$ . Выполнение процесса редукции.	Попытка унификации: $\text{max\_of\_three\_b}(2, 5, 3, \text{Result})$ . с последующими 6-ю термами БЗ. Результат: неудача, разные главные функторы.	Прямой ход, переход к следующему предложению.

8	<p>max_of_three_b(2, 5, 3, Result).</p> <p>Выполнение процесса редукции.</p>	<p>Попытка унификации:</p> <p>max_of_three_b(2, 5, 3, Result) = max_of_three_b(A, B, C, A)</p> <p>Результат: успех,</p> <p>подстановка: {A=2, B=5, C=3, Res=A}</p>	<p>Прямой ход (возможно, установка точки возврата).</p> <p>Преобразование резольвенты: замена текущей цели на тело найденного с помощью унификации правила, применение полученной подстановки,</p>
9	<p>2 &gt;= 5,</p> <p>2 &gt;= 3,</p> <p>!.</p> <p>Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.</p>	<p>2 &gt;= 5 – сравнение связанных переменных.</p> <p>Результат: ложь.</p>	<p>Откат к предыдущему состоянию резольвенты, решение не найдено.</p>
10	<p>max_of_three_b(2, 5, 3, Result).</p> <p>Выполнение процесса редукции.</p>	<p>Попытка унификации:</p> <p>max_of_three_b(2, 5, 3, Result) = max_of_three_b(_, B, C, B)</p> <p>Результат: успех,</p> <p>подстановка: {B=5, C=3, Res=B}</p>	<p>Прямой ход (возможно, установка точки возврата).</p> <p>Преобразование резольвенты: замена текущей цели на тело найденного с помощью унификации правила, применение полученной подстановки,</p>
11	<p>5 &gt;= 3.</p> <p>!.</p> <p>Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.</p>	<p>5 &gt;= 3 – сравнение связанных переменных.</p> <p>Результат: истина.</p>	<p>Прямой ход</p>
12	<p>!.</p> <p>Выбор верхней подцели резольвенты, запуск редукции.</p>	<p>Запрет отката</p>	<p>Решение найдено (резольвента пуста). Вывод. Завершение работы программы</p>